enciclopedia del saber humano



EL MUNDO DE LAS PLANTAS

Nº 34

25 PESETAS

enciclopedia del saber humano

Tomo III - Fascículos 31-45

EL MUNDO DE LAS PLANTAS

La vida y su evolución. Agricultura

© Copyright 1969 by EDITORIAL MATEU.
Balmes, 341. BARCELONA-6.
Depósito Legal: B-23.452-1969

Un mundo como el nuestro, en el que cada día el panorama de conocimientos se amplía y diversifica, requiere instrumentos cada vez más perfeccionados y adecuados. Y ello es aplicable igualmente al campo de la cultura. Cuando cada materia alcanza ramificaciones insospechadas pocos años atrás, la "enciclopedia general", ese enorme cajón de sastre de noticias y datos, ha quedado un tanto sobrepasada y hoy se precisan obras de consulta más racionales, en las que cada disciplina ofrezca una estructuración interna armónica y sugerente y que, al mismo tiempo que brinde un compendio de conocimientos "históricos", abra al lector un panorama de insinuaciones, le adentre por los inexplorados caminos de las posibilidades futuras, le ofrezca un sólido instrumento de cultura que le permita alinearse en el bando de las personas cultas. Hay que precisar que este concepto ha variado profundamente, y en lo sucesivo no podrá llamarse persona culta quien no posea nociones de cómo ha evolucionado el mundo, o de los principios de la energía atómica, o del por qué de los viajes espaciales, o de rudimentos de cibernética. Para que todo ello sea posible ha surgido la ENCICLOPEDIA DEL SABER HUMANO.

Como podrá comprobar, no se trata de una enciclopedia más, sino de una obra pensada sobre todo para que usted, o su hijo, arribe al umbral del año 2.000, tan próximo ya, con la visión y formación imprescindible a todo hombre de nuestro tiempo. Por esta razón se ha dado la primacía dentro del plan general de la obra a aquellas materias de tipo técnico que son las que han de caracterizar el inmediato devenir. Y aquí se ha contado con la colaboración de eminentes profesores rusos, que han aportado para nuestra publicación el momento actual de la ciencia soviética.

Para hacerla más racional, esta obra es monográfica, es decir, cada tomo tratará única y exclusivamente de una materia determinada. Y para no hacerla eterna, cada tomo constará tan sólo de 15 fascículos, en los que se compendia de manera clara, amena y sugestiva lo más importante de cada una de ellas. Miles de espléndidas fotografías en color y dibujos seleccionados servirán de adecuado contrapunto gráfico. He aquí, en resumen, lo que será la E. del S.H.:

180 fascículos de aparición semanal.
12 volúmenes (cada 15 fascículos, un volumen).

DIRECCION:
Francisco F. Mateu y Santiago Gargallo
COLABORADORES:
A. Bayan, G. Pierill, A. Cunillera, M. Comorera, A. Cuscó, G. A. Manova, A. Gómez, L. Pilaev, D. L. Armand, N. Bluket, M. Loschin, V. Matisen, J. Kennerknecht, P. Jiménez.
FOTOGRAFIAS:
Archivo Editorial Mateu, Salmer, Dulevant, SEF, Carlo Bevilacqua.
REALIZACION GRAFICA:
Industria Gráfica Valverde, S. A.
Avenida General Mola, 27 - San Sebastián

Impreso en España **Printed in Spain**

MUY IMPORTANTE

Con el fascículo quinto de cada volumen, se entregarán, completamente gratis, las tapas para la encuadernación del mismo.

VITAMINAS

Desde los tiempos más remotos los hombres sufrían graves enfermedades causadas por una alimentación irracional. Estas enfermedades no se parecen entre sí. El escorbuto es una enfermedad que por regla general ataca a los habitantes del Extremo Norte. El beriberi es una plaga de aquellos países meridionales en los cuales la población se alimenta casi exclusivamente de arroz. La pelagra era contraída principalmente por las personas que se alimentaban casi siempre con maíz. Era frecuente la enfermedad llamada hemeralopia: el hombre dejaba de ver con la llegada del crepúsculo y a veces perdía la vista del todo. Niños que habían nacido completamente normales enfermaban de raquitismo, se les reblandecían los huesos, se les curvaban las piernas y los dientes aparecían muy tarde.

Todas estas enfermadedes eran incomprensibles para los médicos. Unos las consideraban contagiosas y producidas por microbios; otros consideraban que eran provocadas por falta de grasas, albúmina e hidratos de carbono en la alimentación. Pero los múltiples hechos rechazaban tanto unas teorías como las otras. Por ejemplo: enfermaban de escorbuto personas que utilizaban regularmente mucha carne y grasas en su dieta alimenticia. Los que se alimentaban preferentemente con verduras no contraían estas enfermedades.

Tan sólo en el año 1880 el científico ruso N. I. Lunin descubrió la causa común de todas estas enfermedades. Con sus excelentes experimentos Lunin demostró que los productos alimenticios naturales, además de albumen, grasas, hidratos de carbono y sustancias minerales contienen otras sustancias indispensables para la actividad vital normal del hombre y los animales. Si los alimentos contienen poca cantidad de estas sustancias y el organismo experimenta su insuficiencia se contrae una fuerte enfermedad. Más tarde estas sustancias fueron denominadas vitaminas (del vocablo latino *vita*, «vida», y *amina*, el nombre científico de las combinaciones de nitrógeno). Verdad es que más tarde fue descubierto que el nitrógeno no siempre entra en la composición de dichas sustancias, pero los científicos no modificaron su denominición.

Las vitaminas son combinaciones orgánicas de variada naturaleza química. Tienen una gran importancia para la actividad vital del hombre y de los animales. El organismo precisa cantidades insignificantes de vitaminas en comparación con las sustancias alimenticias básicas.



Desde tiempos remotos, la alimentación irracional ha sido la causa de numerosas enfermedades que azotaron a la humanidad. La falta de vitaminas puede llegar a ser mortal para el organismo humano.

Ya hace tiempo que los científicos han obtenido algunas vitaminas en su forma pura. Por ejemplo en 1831 se obtuvo de la zanahoria una sustancia llamada carotina (de la palabra latina *carota*, «zanahoria»). Pero nadie pensó entonces, ni durante mucho tiempo después, que esta sustancia era un medio eficacísimo para curar penosas enfermedades. Sólo a principios del siglo XX se determinó que en el organismo animal la carotina se transforma en vitamina A. Expresándose científicamente la carotina fue la provitamina de la vitamina A. La falta de carotina en el organismo origina la enfermedad de la córnea del ojo y la hemeralopia. La utilización de la carotina como medicamento devuelve la vista.

Actualmente se conocen aproximada-



De diferentes clases de zanahorias se extrae la carotina de la que a su vez, mediante un proceso químico se obtiene la vitamina D, de utilidad para curar el raquitismo.

mente treinta vitaminas. La mayor parte de ellas están estudiadas y se ha determinado su papel fisiológico en la vida del hombre y de los animales. Se determinó que muchas vitaminas entran en la composición de los catalizadores biológicos, los fermentos que regulan en el organismo los importantísimos procesos del metabolismo. La falta de vitaminas en el organismo origina una demora en la formación de fermentos, y esto a su vez conduce a un desequilibrio en el metabolismo y produce trastornos en la acción recíproca de algunos órganos. Conociendo el papel desempeñado por cada vitamina en el metabolismo y los trastornos originados por su falta, el médico puede recetar la medicina correspondiente o prescribir una dieta determinada y con esto vencer la enfermedad.

Los científicos determinaron las normas y necesidad de vitaminas para el hombre y los animales. Estas normas dependen del estado fisiológico del organismo y de las condiciones del medio ambiente. Es interesante que las personas de determinadas profesiones —ferroviarios, aviadores, chóferes—, cuyo trabajo exige una vista muy aguda, necesitan dosis elevadas de vitamina A; los habitantes del Norte necesitan en grandes proporciones la vitamina B_1. Si en el alimento falta la vitamina B_1 la persona pierde primero el apetito, después aparece la inflamación de los axones nerviosos y se perturba la acción cardiaca.

Los animales experimentan una necesidad acrecentada de vitaminas en invierno y primavera, sobre todo las hembras preñadas y las que alimentan a las crías. Si durante este tiempo reciben insuficientes cantidades de vitaminas A y D las crías nacen ciegas, débiles, enfermizas, y a veces muertas.

Pero el hombre no siempre puede obtener la cantidad necesaria de vitaminas de su alimentación habitual. La falta de productos alimenticios, ricos en vitaminas, origina enfermedades e incluso provoca la muerte. Los científicos iniciaron la búsqueda de plantas y animales con gran contenido vitamínico. Fueron también elaborados procedimientos para obtener las vitaminas en forma pura y concentrada. En la actualidad existen fábricas especializadas en las cuales de la materia prima vegetal y animal se extraen todas las vitaminas fundamentales. Del fruto de la rosa de zarza se obtiene la vitamina C, del hígado de la ballena y de algunos peces se extrae la vitamina A. Un quintal de hígado de ballena contiene cerca de 100 gramos de esta vitamina y esta cantidad es suficiente para tratar en un día a 50.000 personas. De clases especiales de zanahorias se extrae la carotina, en las fábricas. Para obtener la vitamina D que cura el raquitismo se utilizan levadura y micelio de hongos. Actualmente se han elaborado métodos para obtener vitaminas por procedimientos químicos. Estos procedimientos son efectivos y económicamente más ventajosos que extraer las vitaminas de los productos naturales. Los concentrados y las vitaminas cristalinas ayudan a los médicos no sólo a curar, sino también a prevenir las avitaminosis, enfermedades provocadas por insuficiencia de vitaminas.

Al igual que los animales, las bacterias y los hongos también precisan de vitaminas para la regulación del metabolismo. Muchos microorganismos producen en sus cuerpos las vitaminas en cantidades necesarias y no precisan recibirlas del medio ambiente que los rodea. Pero existen bacterias, levaduras y hongos que reciben las vitaminas del medio ambiente que habitan: las bacterias del suelo las reciben del propio suelo; los microbios que habitan en el cuerpo de animales y plantas, de los tejidos del cuerpo de sus «amos». Son conocidos casos en que los microorganismos de diferentes especies se abastecen mutuamente de vitaminas. Por ejemplo: el hongo del *Ashby gosipio* produce en su cuerpo la vitamina B_1, pero es incapaz de producir la vitamina H. El hongo *Polisporus adusquis*, por el contrario, produce sólo la vitamina H y no produce la vitamina B_1. Si sembramos estos hongos en la mezcla nutritiva por separado y no les añadimos vitaminas no se desarrollarán ni uno ni otro. En cambio si los sembramos juntos, se abastecerán mutuamente de las vitaminas que les faltan y se desarrollarán perfectamente.

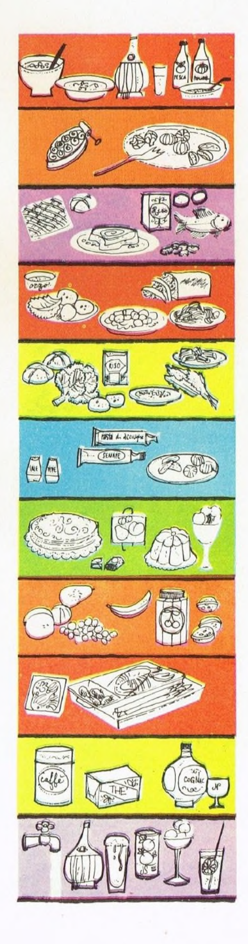
Sobre las semillas de algunas orquídeas se instala un hongo que recibe de las semillas las sustancias nutritivas que necesita y a cambio da vitaminas a las semillas germinantes. Muchas de las plantas de superficie obtienen las vitaminas de las bacterias del suelo.

Las bacterias segregan las vitaminas al suelo y las plantas las absorben a través de sus raíces. Estas vitaminas favorecen el rápido crecimiento de las plantas. Pero las raíces de las plantas también segregan vitaminas al suelo, indispensables para el desarrollo de los microorganismos.

Se precisa una cantidad determinada de vitaminas para el desarrollo normal de las plantas. Si en la planta se demora la formación de vitaminas se perturba el metabolismo y se detiene el crecimiento. Por ejemplo: si sometemos las semillas de maíz a un tratamiento de sulfanilamida, ésta destruirá en las semillas una de las vitaminas que le son indispensables. El resultado será que el crecimiento de los gérmenes será oprimido y finalmente perecerán. En cambio si conjuntamente con la sulfanilamida introducimos en las semillas unas dosis adicionales de esta vitamina los gérmenes se desarrollarán normalmente. Del mismo modo actúa la sulfanilamida sobre los microorganismos, que habitan en el cuerpo humano: los priva de la vitamina indispensable, y aquéllos perecen.

Las vitaminas se forman principalmente en las partes de la planta que está sobre la tierra. A veces las raíces no pueden formar vitaminas. Las vitaminas que faltan las reciben de las partes de la planta que están en la superficie de la tierra. Nos podemos convencer palpablemente de lo importante que son las vitaminas para el desarrollo de las raíces si efectuamos el experimento de separar la planta de las raíces y cultivar éstas en un medio nutritivo. Si en el medio nutritivo no se encuentran las vitaminas necesarias para las raíces, éstas no se desarrollarán; este fenómeno ya se utiliza en el cultivo de ciertas plantas. Los pedúnculos de algunas plantas que arraigan con dificultad —té, limonero, rosa de Kazanlyk, árbol de cocaína, abedul de Karelia, etc.— son sometidos a un tratamiento con vitaminas; esto activa la formación de raíces, y a su vez favorece un crecimiento más enérgico de las plantas.

Durante algunos periodos de su vida las plantas no pueden abastecerse ellas mismas de vitaminas y por ello precisan de una nutrición vitamínica complementaria. Esto mejora en ellas el metabolismo y acelera el crecimiento. Por ejemplo: el árbol de la tunga que recibía cada dos días 0,5 miligramos de vitamina B_1, en setenta días creció dos veces más que otros árboles de control





La fumigación de los campos mediante avionetas de considerable radio de acción ha sido impuesta por la necesidad de fumigar grandes extensiones de terreno en un tiempo récord. Es costosa pero efectiva.

que no recibían vitaminas. La pulverización de la amapola somnífera, con disolución de vitamina B_1, acelera su crecimiento y aumenta el peso de las semillas.

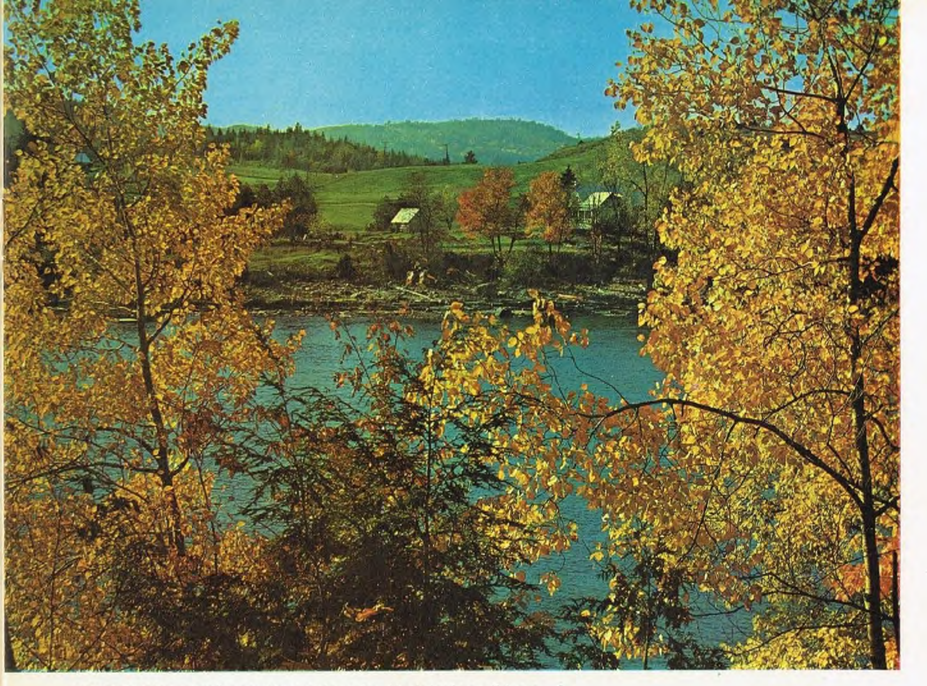
Algunas vitaminas participan directamente en los procesos de fecundación de los animales y plantas. Si en el polen de la flor hay poca carotina, aquél crece mal y el proceso de fecundación se retrasa. En cambio si enriquecemos el polen con esta provitamina, aquél crecerá normalmente. Muy buenos resultados se obtienen al mezclar polen de bajo contenido vitamínico con polen rico en vitaminas.

Todos estos ejemplos demuestran que los microorganismos y las plantas verdes no sólo proporcionan vitaminas al hombre y a los animales, sino que ellos mismos precisan de estas sustancias.

Estimulantes y herbáceos

Desde los más remotos tiempos los hombres han deseado acelerar la germinación de las semillas, tubérculos, bulbos y la maduración de los frutos. En la antigua China, por ejemplo, fumigaban con incienso los frutos de los perales; en el Japón, mantenían durante cierto tiempo los frutos en una cuba que había contenido vino de arroz. Fue preciso efectuar un gran trabajo para comprender los secretos del crecimiento de las plantas y aprender a acelerarlo, retrasarlo o pararlo del todo. Actualmente en el cultivo de plantas se emplean diferentes métodos para dirigir el crecimiento de las mismas. Se han creado complicadas sustancias químicas llamadas *estimulantes del crecimiento*. Los pedúnculos de rosas, cerezos, groselleros espinosos, plantas cítricas y otras plantas, tratados con estas sustancias arraigan y se aclimatan mejor y más aprisa. Al trasplantar los árboles, jóvenes y adultos, sus raíces también se someten a un tratamiento con estimuladores del crecimiento; esto acelera la formación de nuevas raíces y el crecimiento de las partes sobre la tierra.

Hay estimulantes que aceleran la maduración de los frutos, tomates y naranjas. Una rápida maduración adquiere gran importancia en un otoño frío. El gas etileno es uno de estos estimulantes. En los frutos que están madurando se forma etileno, como resultado de complicados procesos fisiológicos. Los frutos maduran tanto más de prisa cuanto más etileno contienen. Por esto empezó a



El follaje frondoso perjudica notablemente la maduración de los frutos. Tal cosa suele suceder a fines del verano, poco antes de la recolecta de los mismos.

utilizarse el gas etileno para acelerar artificialmente la maduración de los frutos. Resultó ser un estimulante muy eficaz, y se utiliza ampliamente en la agricultura. Así, por ejemplo, saturan con este gas el aire de un local cerrado, donde están madurando tomates verdes.

Los estimuladores del crecimiento tienen además otra particularidad: frenan los procesos de fecundación. De las flores tratadas con estas sustancias se obtienen frutos con pocas semillas o sin ellas.

Los tubérculos de la patata tardan en germinar después de su recolección; deben pasar una larga temporada de reposo. Por este motivo no se pueden obtener dos cosechas de patatas en una temporada, ni tan siquiera en el sur donde el verano es lo suficientemente largo. Los científicos han conseguido obtener sustancias químicas que sacan a las plantas del letargo. De los tubérculos sometidos a este tratamiento puede obtenerse la segunda cosecha.

Pero a veces puede resultar necesario retrasar la germinación de las semillas o tubérculos; por ejemplo, cuando se precisa una prolongada conservación. También para esto existen sustancias químicas especiales, frenos del crecimiento. Los tubérculos de patata tratados con estas sustancias se guardan mucho más tiempo. Los frenos del crecimiento conservan el peso de los tubérculos y la vitamina C que contienen. Al mismo tiempo impiden la formación del glucósido de solano, sustancia perjudicial para el hombre y los animales domésticos.

A fines de verano, antes de la recolecta, el follaje frondoso perjudica la maduración de los frutos. Además, el follaje del algodonero, por ejemplo, molesta para el normal funcionamiento de las máquinas recolectoras. Los científicos han elaborado sustancias que provocan la caída de las hojas, sustancias llamadas defoliantes. Al eliminar las hojas del algodonero estas sustancias aceleran la maduración del fruto, ayudan a la rápida recolección y a la obtención del algodón de superior calidad. Los defoliantes se utilizan igualmente en la recolección de otras plantas. Con su ayuda se consiguen secar y recolectar en poco tiempo las valiosas hojas del árbol de gutapercha.

Si los defoliantes se emplean en dosis masivas, las hojas no caen, sino que se secan en la planta. En el periodo prerrecolector esta desecación del follaje de las plantas favorece la maduración más rápida de los tubérculos, previene su contaminación con hongos y bacterias infecciosas y favorece la recolección mecanizada de la cosecha. El tratamiento con defoliantes del trébol, alfalfa y arroz disminuye la pérdida por caída de semillas y acelera su maduración.

Las sustancias químicas se emplean sobre todo en la lucha contra la maleza. Estas sustancias se llaman herbáceas. Algunas clases de ellas eliminan las partes subterráneas y de superficie de todas las plantas; se utilizan para el escardado de caminos y zanjas. Otras herbáceas actúan por selección: algunas plantas mueren y otras quedan intactas. El herbáceo 2,4-D mata las ortigas, diente de león, colza, etc., pero no perjudica



Junto a la tradicional carreta con la yunta de bueyes, en los campos de cultivo se elevan modernas plantas de almacenado y desinsectación. El progreso no ha logrado desplazar a lo tradicional, pero se complementan perfectamente.

al maíz, trigo, centeno, arroz, avena y mijo. En la lucha contra la maleza, en las extensiones ocupadas por vegetales de hoja ancha, col, remolacha y también zanahoria, cebolla, rabanillo, espinacas, se utiliza el herbáceo IFK. Se han descubierto herbáceos para el escardado de los cultivos de algodón, caña azucarera, soja, lino y también para el escardado químico de los pastos naturales, para la eliminación de arbustos y para la limpieza de los embalses con vegetación desarrollada. Los herbáceos economizan mucho trabajo para la escardadura, mejoran la nutrición de las plantas ocultas y elevan las cosechas.

De este modo, por mediación de sustancias químicas —estimulantes, frenos y herbáceos—, puede influir en la actividad vital de las plantas: acelerar, frenar o detener los procesos fisiológicos en las plantas.

Defensa química de las plantas

Ya hace tiempo que los científicos conocían el hecho de que algunos microorganismos segregan sustancias, que efectúan una acción perniciosa sobre otros microorganismos. En 1871-1872 los médicos rusos V. A. Manasein y A. G. Polotebnov publicaron sus investigaciones sobre las propiedades medicinales del moho verde *penicillium*. Este moho segrega sustancias que matan a otros microbios. Estas sustancias han recibido el nombre de antibióticos. En los últimos veinte años los antibióticos han encontrado una amplia aplicación en medicina, agricultura y en la industria alimenticia.

El científico soviético B. P. Toquin ha demostrado con sus investigaciones que los antibióticos son segregados no sólo por microorganismos, sino también por las plantas. Los antibióticos de las plantas fueron denominados por él *fitocidios* (de la palabra griega *phyton*, «planta», y de la palabra latina *cidium*, «matar»). Se hallan en casi todas las plantas. Pero unas plantas tienen los fitocidios muy activos, y otras, muy débiles. Son especialmente activos los fitocidios de la cebolla y del ajo. Es suficiente masticar un grano de ajo para que mueran todos los microorganismos que puedan existir en la boca. Los experimentos han demostrado que los

microorganismos son destruidos por algunos fitocidios en cinco minutos.

Los fitocidios no se distribuyen por igual ni con regularidad en los tejidos vegetales. Por ejemplo: el tomate concentra la mayor parte de ellos en las hojas, menos en las raíces, y casi no tiene en los frutos y tallos. En la cebolla y ajo los fitocidios se acumulan predominantemente en los bulbos. La planta de la mostaza los acumula en grandes cantidades en las hojas y semillas. Ya hace más de sesenta años que fue determinado que las hojas de la mostaza preservan de la corrupción el jugo de la manzana.

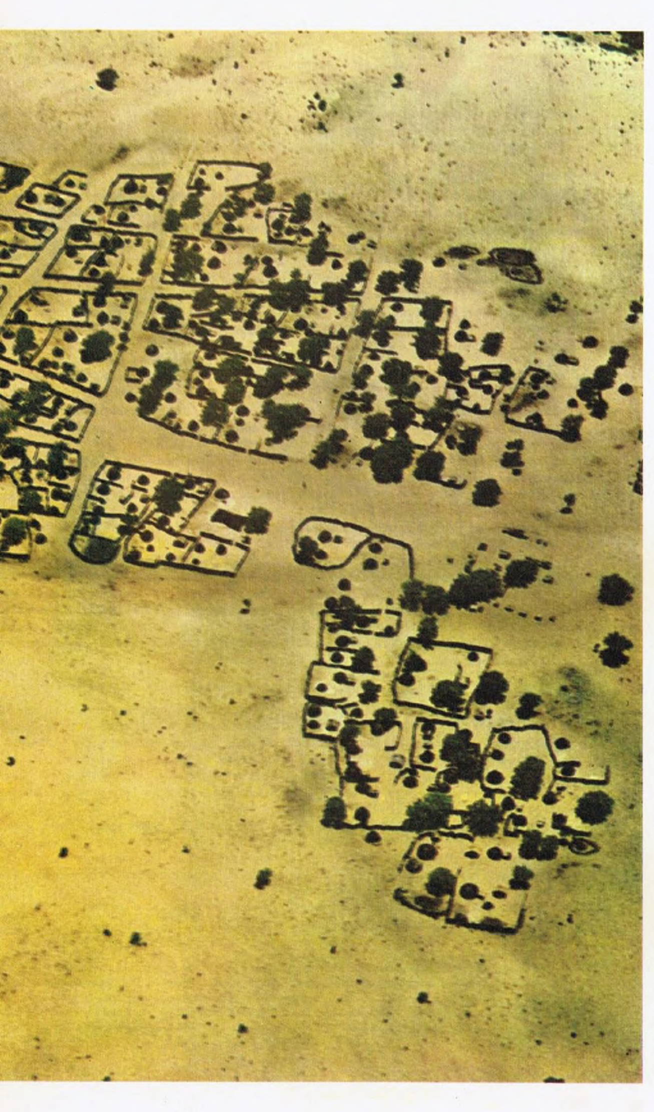
Los fitocidios son productos de la actividad vital de las plantas. Se forman como resultado del metabolismo y defienden las plantas de los microorganismos. Fue demostrado que si contaminamos una planta sana con bacterias u hongos, empezará a elaborar gran cantidad de fitocidios, que eliminarán a los microorganismos, y con esto preservan la planta de una enfermedad. De igual modo se intensifica la elaboración de los fitocidios en una planta herida. Por esto no es casual que los científicos presten gran atención a la posibilidad de aprovechar los fitocidios en la lucha contra los agentes de enfermedades en las plantas. Está demostrado, por ejemplo, que los fitocidios de la cebolla y las hojas del cerezo silvestre eliminan el hongo fitoftora que ataca la patata. Los fitocidios de la mostaza, rábano y eucalipto actúan mortíferamente sobre la bacteria *malvacearum* que contamina el algodonero. Los fitocidios actúan con mucha más intensidad sobre los agentes de enfermedades en el hombre y los animales que en las propias plantas. Por ejemplo: los fitocidios de la naranja y el limón eliminan con una rapidez 40-50 veces mayor el bacilo de la disentería que ataca al hombre que la bacteria *citriputeale*, que ataca a los naranjos, limoneros y mandarinos. La causa de esto estriba en que la bacteria *citriputeale* está adaptada a los fitocidios de estos árboles; en cambio, el bacilo de la disentería no está adaptado a la acción directa de estas sustancias.

Siempre se ha conocido el remedio popular para cicatrizar las heridas, y es la cebolla. Se ha descubierto que los fitocidios de la cebolla eliminan las bacterias infecciosas. Los fitocidios del ajo matan el bacilo de la disentería y se utilizan en la cura de esta enfermedad. Las bacterias de la disentería son eliminadas igualmente por los fitocidios de las manzanas, casis y bellotas de roble.

Los fitocidios se utilizan en la conservación de frutas, verduras, jugos de frutas y verduras. Si en un recipiente con fruta o verduras, cerrado herméticamente, introducimos rábano rallado las podremos conservar varios meses. Es muy eficaz el fitocidio de la mostaza, el aceite alílico. Si por cada litro de jugo de uva añadimos 25 miligramos de este aceite, el jugo conservará durante mucho

La cebolla, un remedio popular extendidísimo, se sigue utilizando, sobre todo en medios rurales, como un rápido y eficaz cicatrizante de heridas. Los fitocidios de ésta eliminan las bacterias infecciosas.





tiempo sus propiedades y no se estropeará.

¿Qué son pues los fitocidios? Muchos de ellos fueron obtenidos en forma pura y fue posible determinar su naturaleza química.

No hace mucho tiempo que se descubrieron los fitocidios, pero ya se sabe bastante sobre su naturaleza: cómo se forman, cómo actúan sobre diferentes organismos y cómo pueden utilizarse para fines prácticos.

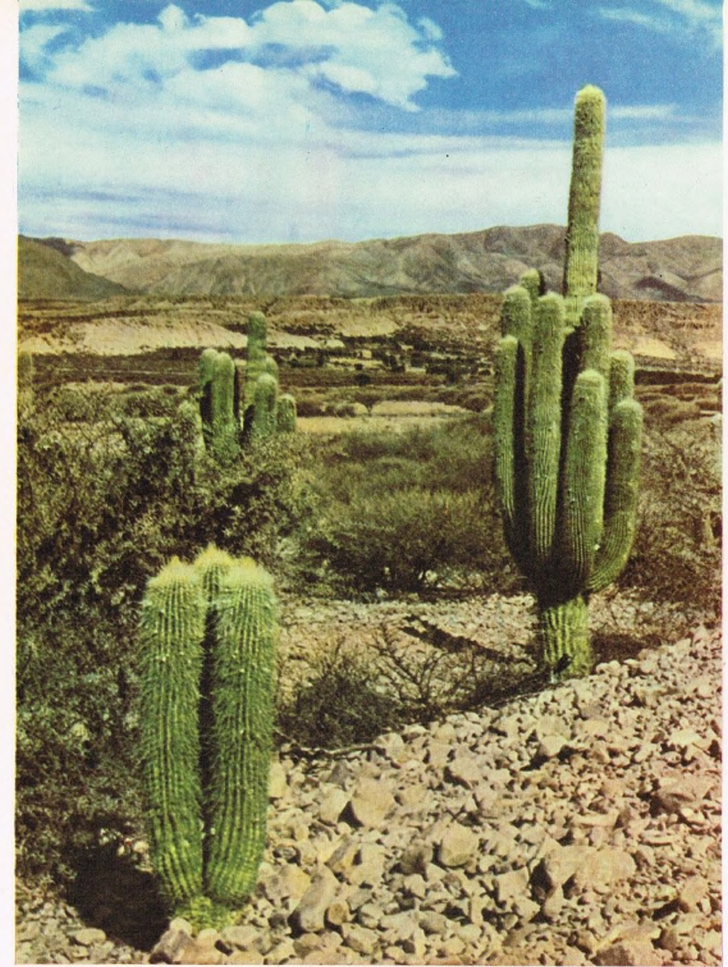
Cómo luchan las plantas contra la sequía y suelos salinos

En la mayoría de regiones del Asia Central, la agricultura no es posible sin la irrigación artificial ya que los vegetales cultivados experimentan falta de agua y tienen que soportar la sequía, o sea, se dañan por falta de agua en el suelo y por causa del aire seco (contiene poca humedad) y recalentado por el sol. La temperatura de la atmósfera alcanza en los desiertos los 45° y el suelo se calienta aún más rebasando los 75°.

Sin embargo, en los desiertos hay muchas plantas silvestres que se han adaptado a estas severas condiciones y crecen y se desarrollan normalmente. Les ayudan a soportar la cruel sequía y a adaptarse a ella una serie de propiedades, o como dicen los biólogos, la capacidad de adaptabilidad. Estas propiedades no aparecen fugazmente, sino que se desarrollan al cabo de un largo período de tiempo. Se han sucedido muchas miles de generaciones; algunas de las especies surgidas han desaparecido. Sólo han sobrevivido aquellas especies en las cuales bajo la influencia del medio ambiente se han desarrollado ciertas particularidades que ayudan a las plantas en su lucha contra la sequía.

Pueden encontrarse plantas que soportan bien la sequía no sólo en el desierto, sino también en las estepas. Las estepas cuentan con una precipitación mayor (300-350 mm. al año), pero durante el verano generalmente experimentan la sequía aunque sea por poco tiempo.

A la izquierda una panorámica aérea de plantas en el desierto, y a la derecha los típicos cactus. Una de las especies vegetales que mejor resisten el abrupto clima de las regiones desérticas, siempre escasas de agua.



Precisamente estas plantas que soportan bien la sequía han recibido el nombre de xerofitas (de las palabras griegas *kseros*, «seco» y *phyton* «planta»). ¿De qué modo luchan pues las xerofitas con la sequía?

Las xerofitas más interesantes son los cactos, habitantes de los desiertos de América del Norte y América Central.

El académico N. A. Maksimov muy acertadamente las ha llamado plantas *avaras*. Verdaderamente, durante la estación de las lluvias los cactos acumulan reservas de agua, absorbiéndola por las raíces muy desarrolladas, pero situadas cerca de la superficie del suelo. Las hojas de los cactos se han modificado y convertido en espinas. Los cactos están recubiertos de cutícula —una densa capa de sustancias grasas— y gastan el agua muy económicamente. Al mismo tiempo resisten bien las elevadas temperaturas. Muchos cactos soportan sin dañarse un recalentamiento de sus tejidos hasta los 62° y aún más. Son las plantas fanerógamas más resistentes al calor que habitan la Tierra.

Además de los cactos que acumulan el agua en los tallos existen plantas que la acumulan en las hojas. A esta clase de plantas pertenece el áloe, que todos conocemos como planta del interior. Como planta silvestre crece en los de-



En las salinas, generalmente crecen sólo plantas galofitas. Normalmente en el centro de las salinas no crece ninguna planta, sólo "blanquean" las llamadas "flores de sal".

siertos del sur de África. En la zona central de Rusia, en los suelos arenosos, crece una pequeña planta de flores amarillas, *sedum acre*. Las hojas del *sedum acre* son carnosas y contienen reservas de agua, que son gastadas en la temporada de sequía.

En los desiertos de Asia Central muchos arbustos y pequeños árboles se abastecen de agua con las raíces que se adentran a gran profundidad.

Entre la parda vegetación del desierto, quemado por el sol asiático, se destacan llamativos arbustos verdes con diminutas hojas y multitud de espinas. Son los alhajis. Los tejidos del alhaji contienen mucho azúcar que no es comestible; sólo lo come el poco exigente camello; no lo come ni siquiera el asno. ¿Por qué el alhaji se siente bien cuando la mayoría de las otras plantas del desierto perecen por causa de la sequía? La larga raíz del alhaji llega hasta las aguas subterráneas, a una profundidad de 10-20 metros. Cuando se estaba excavando el canal de Suez fue hallada una raíz de alhaji a los 33 metros. Por esto no nota la falta de agua. Al evaporarla el alhaji refrigera los tejidos y puede soportar altas temperaturas.

En las estepas rusas puede encontrarse una pequeña planta, la falcaria, de la familia de las umbelíferas. Al igual que el alhaji, la falcaria se provee de agua a través de las raíces que se adentran en el suelo a 5-6 metros.

Las plantas poseen además otros métodos de lucha contra la sequía. En los desiertos arenosos se encuentran los arbustos varillosos *calligonum*. Sus hojas se han fundido con los tallos. Para disminuir la evaporación del agua el *calligonum* ha reducido su superficie foliácea y con esto ha acortado el gasto de agua.

En la estepa occidental siberiana llama la atención una pequeña planta gris azulada, la verónica incana. Tanto el tallo como las hojas están cubiertas de pelusa. Los pelos de la pelusa se atrofian en poco tiempo y se llenan de aire. El aire no deja pasar el calor y por esto la planta no se calienta mucho con los rayos solares. Además la verónica soporta relativamente bien la sequía. Puede perder hasta el 60 % de su contenido de agua y sobrevivir a la sequía.

En las estepas, durante y después de las lluvias, pueden observarse en la superficie del suelo pequeñas bolas verde oscuras, formadas por algas de color azulverdoso, el *nostoc*. Cuando cesan las lluvias el *nostoc* se seca y se convierte en una pequeña corteza de un color pardo azulado difícil de distinguir. De esta forma el *nostoc* rebasa la sequía; crece y se desarrolla después de las lluvias y en otoño.

Los desiertos arcillosos del Asia Central a principios de primavera están casi por completo cubiertos de plantas efemeras de diferentes familias: gramíneas, crucíferas, papaveráceas y otras. Estas plantas luchan contra la sequía ganando tiempo: tienen un desarrollo muy rápido. En primavera el suelo del desierto con-

tiene humedad y la temperatura ambiente es mediana. Las plantas efemeras se aprovechan de esto y con rapidez culminan su crecimiento y desarrollo. En cinco o seis semanas tienen tiempo de florecer y producir semillas que quedarán en el suelo seco hasta la siguiente primavera.

Además de las plantas efemeras anuales en los desiertos se encuentran plantas efemeroides perennes. Ellas rebasan la sequía formando tubérculos, rizomas y bulbos. Estas partes de la planta yacen en el suelo y están protegidas de la pérdida de agua por un tegumento especial. Las plantas efemeroides al igual que las efemeras tienen tiempo de dejar descendencia —semillas— en primavera. Cuando llega la sequía ya no la temen. No hay que pensar que las xerofitas se encuentran sólo en las estepas y desiertos. Existen en la zona central e incluso en las regiones norteñas de Rusia. En un caluroso día de verano en los pinares crujen bajo los pies las ramas secas del liquen llamado *cladonia rengiferina*. Como casi todos los líquenes, éste soporta bien la sequía y después de las lluvias crece de nuevo.

No menos interesante que el grupo de las xerofitas es el grupo de las plantas galofitas (*gals*, en griego «sal»). Crecen en los suelos salinos: por las costas marinas o en climas secos (en las zonas de estepas, semidesiertos y desiertos). En climas secos el agua se evapora mucho y las sales diluidas en ella (sal común, sulfato de sodio, soda, etcétera) se elevan junto con el agua hacia la superficie y permanecen en el suelo. Así se forman las salinas. En ellas sólo crecen las plantas galofitas. Generalmente en el mismo centro del salinar no crece ninguna planta, sólo blanquean las «flores» de sal. Alrededor de este espacio sin vegetación se instala la planta más amante de sales que se conoce en el mundo, el *soleros*. El aspecto de esta planta es poco común. Es una planta herbácea anual de unos 10 a 30 centímetros de altura. Consta de varios segmentos gruesos y carnosos. Cada segmento no es otra cosa que el tallo fundido con la hoja. En el interior de sus tejidos el soleros acumula sales. Cuando los tejidos se saturan de sal se desprenden algunos segmentos. Así el *solero* se defiende de una excesiva acumulación de sales en su organismo. Al lado mismo del *soleros* crece la *sveda*. Esta planta posee tallo y gruesas hojas carnosas, pero soporta peor la salobridad del suelo.

De distinto modo lucha el *limonium* contra la salobridad; junto a la raíz tiene una roseta formada por hojas. En un claro día soleado se observa en estas hojas una capa blanca, como si alguien las hubiera cubierto con harina. Prueben esta capa con la lengua y notarán un gusto amargo salado. Por medio de unas glándulas especiales el *limonium* segrega la sal sobrante a la superficie de las hojas y la lluvia se encarga de lavarlas. De igual modo segrega las sales el *tamarisco*, arbusto que crece en Asia Central.

Bordeando el salinar crece una clase especial de ajenjo. Esta planta puede crecer en un terreno con elevado contenido de sales, pero se diferencia de las anteriormente nombradas ya que absorbe del suelo muy pocas sales.

Las plantas galofitas proceden indudablemente de las glucofitas, o sea, plan-



Hay tractores diseñados especialmente para servir de fumigadores en los campos de cultivo. El uso de estos artefactos de extraño y casi interplanetario aspecto es mucho más barato que el empleo de aviones fumigadores.

tas que crecen en terrenos no salinos (*gluko* en griego significa «dulce»). Las glucofitas que habitaron suelos salinos paulatinamente se adaptaron al nuevo ambiente de vida. Ahora muchas plantas galofitas ya no pueden vivir en suelos no salinos y se desarrollan mejor en suelos con elevado contenido de sales. El origen de las glucofitas se confirma en el hecho de que muchas semillas de plantas se desarrollan mejor en suelos no salinos. Generalmente en otoño, invierno y primaveras tempranas las salinas se libran de las sales, mejor dicho, las sales junto con el agua de lluvia son trasladadas a las capas inferiores del suelo. Las semillas del *soleros* germinan cuando en el suelo casi no hay sales. Más tarde, las sales se elevan junto con el agua que se evapora y son absorbidas por las raíces de la planta ya desarrollada.

De una manera original la vegetación *mangle* se ha adaptado a la salubridad del medio ambiente. Los *mangles* crecen por las costas fangosas de los mares meridionales, en los golfos, estrechos o desembocaduras de los ríos, adonde no llega la resaca marina. Con frecuencia están cubiertas de *mangles* las orillas interiores de los atolones coralinos.

En la zona tropical de China, en la isla Hainán, los mangles son arbustos considerablemente más altos que una persona. En Malaya algunos ejemplares de mangle rebasan los 20 metros.

La mayoría de plantas de esta especie tienen las hojas finas, cubiertas de piel; recuerdan los *ficus* de interior, pero se sostienen con unos enormes puntales. Son raíces zancudas que permiten elevar la copa por encima del aflujo. De la superficie del suelo salen hacia arriba curvadas raíces respiratorias. Por su mediación el mangle absorbe el oxígeno del aire, ya que no tiene suficiente oxígeno en el suelo por inundarse éste a causa de las mareas.

Lo más excepcional en la mayoría de plantas de esta especie es que son vivíparas: sus semillas germinan en la planta madre. Los frutos con las semillas germinadas cuelgan de los árboles como largas formaciones que en algunos mangles alcanzan los 30-50 centímetros. En la superficie del suelo donde crecen mangles hay, por lo general, gran cantidad de sus gérmenes caídos del árbol madre. En muchos de ellos puede observarse que se adentran en el suelo. Todos los investigadores, que estudian la vida de las plantas de la especie mangle, afirman que las raíces de sus gérmenes se forman y arraigan muy de prisa, en unas horas.

Si la semilla del mangle cae al mar se envenena inmediatamente a causa de las sales, ya que el agua marina tiene un 3,5 % de salobridad. Pero esto no sucede ya que las semillas germinan en la planta madre; al recibir de ella las sustancias nutritivas y las sales la semilla se adapta al suelo salino. El germen desprendido de la planta madre ya no teme a la salobridad del suelo puesto que se ha adaptado.

Ni la sequía ni la salobridad del suelo detienen la dispersión de las plantas. En el proceso de evolución las plantas han elaborado propiedades nuevas, que les han permitido habitar los calurosos desiertos, la helada tundra y las salinas.

El estudio de las plantas resistentes a la sequía y a la salobridad del suelo ayudan al hombre a ensanchar los cultivos a costa de los desiertos y salinas. Conociendo como se defienden del exceso de sales las plantas silvestres, pueden adaptarse algunas plantas cultivadas a estos suelos. Se ha demostrado, por ejemplo, que la resistencia a la salobridad se eleva en las plantas, si antes de la siembra colocamos durante una hora sus semillas ya hinchadas en una solución de cloruro de sodio con un 3 % de concentración. Los suelos poco y medianamente salinos se utilizan en Rusia para la siembra de algodoneros, remolacha azucarera y girasoles.

Los suelos poco salinos se utilizan en Rusia, para la siembra de algodoneros, remolacha azucarera y girasoles. Una solución de cloruro de sodio con un 3 % de concentración eleva la resistencia a la salobridad de las plantas.



SIMBIOSIS EN EL MUNDO VEGETAL

Simbiosis es una prolongada convivencia de organismos de dos diferentes especies de plantas cuando sus relaciones mutuas son muy estrechas y ventajosas para ambos. La simbiosis les proporciona una mayor resistencia a las influencias adversas del medio ambiente y sobre todo una mejor nutrición. Animales, plantas y animales y plantas pueden convivir entre sí. En este apartado se relatan las formas que toma la convivencia entre las plantas.

En los países tropicales puede encontrarse una planta muy interesante, la planta mirmecófila. Es una planta hormiguero. Vive en las ramas o troncos de otros árboles. La parte inferior de su tallo se ensancha y se parece a un gran bulbo. Todo el bulbo está atravesado por canales que se comunican entre sí. En ellos precisamente es donde se alojan las hormigas. Los canales son resultado del desarrollo del grueso tallo y no producidos por las hormigas. Por tanto, las hormigas obtienen vivienda de la planta. Pero la planta también se beneficia de esta convivencia. En los trópicos existen hormigas llamadas cortahojas, que causan un gran daño a las plantas. En la planta mirmecófila se instalan hormigas de otra especie, que son enemigas de las hormigas cortahojas. Los huéspedes de la mirmecófila impiden a las cortahojas llegar hasta la parte superior de la planta y roer sus delicadas hojas. La planta facilita vivienda a los insectos, y éstos la defienden de sus enemigos. En los trópicos hay muchas plantas que conviven con las hormigas.

Una convivencia aún más estrecha existe entre animales y plantas. Así es, por ejemplo, la simbiosis entre las algas monocelulares y las amibas, infusorios y otros representantes más simples del mundo animal. En las células de estos animales se instalan algas verdes (las zooclorelas). Durante mucho tiempo los organismos verdes en las células de los animales simples eran considerados como ciertos órganos del mismo animal y tan sólo en 1871 el célebre biólogo ruso L. S. Zencovsky determinó que se trata de una convivencia de organismos simplísimos, más tarde llamada simbiosis.

La zooclorela que vive en la célula de la amiba está mejor protegida de las influencias exteriores adversas. Cualquier animal que intente comérsela tendrá que vencer la resistencia de la amiba. El cuerpo de este aminal simple es transparente; por esto en el alga transcurre normalmente el proceso de fotosíntesis. El animal recibe del alga productos solubles de la fotosíntesis (principalmente hidratos de carbono, azúcar) y se nutre con ellos. Además, en el proceso de la fotosíntesis el alga segrega oxígeno, que es utilizado por el animal para la respiración. A su vez el animal facilita al alga combinaciones nitrosas indispensables para su alimentación. Está claro que esta convivencia es ventajosa tanto para el animal como para la planta.

A la convivencia con algas se han adaptado no sólo los más simples animales monocelulares, sino también algunos multicelulares. Se encuentran algas en las células de hidras, esponjas, gusanos, equinodermos y moluscos. Para algunos animales la convivencia con algas se ha convertido en algo tan indispensable que su organismo no puede desarrollarse normalmente si no contiene algas en sus células.

Es especialmente interesante la simbiosis cuando sus dos participantes son plantas. Quizás el ejemplo más evidente de las simbiosis de dos organismos vegetales es el liquen. Todos consideran al liquen como organismo único; en realidad consta de hongo y alga. Su base son las hifas (filamentos) entrelazadas del hongo. En la superficie las hifas forman un tejido sólido; en la capa laxa bajo la superficie, entre las hifas se hallan algas. Es común que sean algas verdes monocelulares. Más raros son los líquenes con algas multicelulares de color verde azulado. Las células de las algas están rodeadas por las hifas del hongo. A veces en las hifas se forman ventosas que se introducen en el interior de las células de las algas. La convivencia es ventajosa tanto para el hongo como para el alga. El alga recibe del hongo el agua con sales minerales disueltas en ella y está protegida de la sequedad. El hongo obtiene del alga combinaciones orgánicas elaboradas por ella en el proceso de fotosíntesis, sobre todo hidratos de carbono. La simbiosis ayuda tanto a los líquenes en su lucha por la existencia, que éstos están capacitados para vivir en suelos arenosos, sobre rocas peladas, sobre vidrio y sobre hierro, o sea, donde no puede

Las hormigas obtienen vivienda en las plantas, pero éstas a su vez también se benefician de esta convivencia, sirviéndoles de protección contra especies dañinas.





La simbiosis de dos organismos vegetales es cosa corriente y frecuente. Se sabe que existen clases de setas que habitan únicamente en los bosques de abedules.

subsistir ninguna otra planta; se encuentran en altas montañas, en los desiertos, etc., con tal de que haya luz: sin luz el alga del liquen no puede asimilar el ácido carbónico y se atrofia.

El hongo y el alga conviven tan estrechamente en el liquen que representan un solo organismo. Incluso es frecuente que se reproduzcan simultáneamente. Existen varias formas de reproducción del liquen. Algunas especies se reproducen asexualmente. Del talón se separa una partícula que contiene hongo y alga. De este talón se desarrolla una nueva planta. Otras especies dan la sensación de tener la superficie cubierta de polvo. Bajo el microscopio puede verse que cada partícula de polvo es una o varias células de alga, rodeadas de algunas hifas de hongo. Estas partículas son esparcidas por el viento como esporas o semillas.

Existen clases de liquenes que se reproducen por esporas. De la espora puede desarrollarse tan sólo el hongo. Pero cuando la espora está germinando, las hifas del hongo deben hallar el alga correspondiente. Sólo en este caso se desarrollará el liquen.

Durante mucho tiempo los líquenes fueron considerados como plantas sencillas y clasificados entre los musgos. Las células verdes del liquen se tomaban por granos clorofílicos de una planta verde. Sólo en 1867 se dudó de esta teoria después de las investigaciones de los científicos rusos A. S. Famintzin y O. V. Baranezky. Ellos consiguieron separar las células verdes del liquen y demostraron que pueden vivir no sólo fuera del cuerpo del liquen, sino que además se reproducen por multiplicación y por esporas. Esto quiere decir que las células verdes del liquen son algas independientes.

La simbiosis de dos organismos vegetales es frecuente. Se sabe que existen clases de setas que se encuentran sólo bajo los pobos, otras habitan tan sólo en los bosques de abedules. No es casual que las setas crezcan cerca de determinados árboles. Las setas que recogemos en el bosque son tan sólo el fruto de la planta. El cuerpo del hongo, su micelio, vive bajo tierra, y está constituido por intensas hifas que atraviesan el suelo. Se extienden de la superficie del suelo hacia los extremos de las raíces de los árboles. Bajo el microscopio puede verse como las hifas envuelven como fieltro el extremo de la raíz. El botánico ruso M. S. Voronin en 1885 expresó la opinión de que las setas no son parásitos, sino que viven en simbiosis con el árbol, o sea, tanto el árbol como la seta se benefician de esta unión. Más tarde esta suposición fue demostrada. La simbiosis de hongo con raíces de plantas superiores se denomina micorriza, lo que traducido del griego quiere decir «hongo-raíz».

La gran mayoria de árboles y algunas plantas herbáceas (entre ellas el trigo) forman micorriza con hongos. Los científicos han determinado que el desarrollo normal de muchos árboles no es posible sin la participación de hongos, aunque hay árboles que generalmente conviven



La simbiosis de hongos con plantas superiores ya existía en los primeros tiempos de la flora terrestre. Es rara no obstante la simbiosis, cuando el hongo se instala en las células mismas de la raíz.

con hongos pero pueden desarrollarse sin ellos (por ejemplo, el abedul y el tilo). La simbiosis de hongos con plantas superiores existía ya en los primeros tiempos de la flora terrestre. Las primeras plantas superiores ya tenían órganos subterráneos estrechamente unidos con hifas de hongos.

Lo más frecuente es que el hongo envuelva con sus hifas la raíz y forme una funda, como un tejido exterior de la raíz. Más raramente se encuentran formas de simbiosis cuando el hongo se instala en las células mismas de la raíz. Esta clase de simbiosis puede observarse con toda claridad en las orquídeas. Sin participación de hongos las orquídeas no se desarrollan. Si el brote

recién aparecido de orquídea no se encuentra con el hongo y las hifas de éste no se introducen en las células del brote, la orquídea no seguirá su desarrollo.

La ciencia aún no ha podido aclarar del todo en qué se benefician de la simbiosis tanto la planta como el hongo. Puede suponerse que el hongo utiliza para su nutrición ciertas sustancias producidas por las raíces de la planta, y la planta superior recibe del hongo productos de la descomposición en el suelo de sustancias orgánicas. La propia raíz arbórea no puede obtener estos productos. Se supone que los hongos elaboran sustancias parecidas a las vitaminas, que activan el crecimiento de las plantas superiores. Es indudable que la funda de hongo, que recubre la raíz del árbol y tiene muchas ramificaciones en el suelo, aumenta la superficie de absorción de agua. Y esto tiene vital importancia para la planta.

En muchas empresas prácticas hay que tener en cuenta la simbiosis de los hongos con plantas superiores. Por ejemplo, en las tareas de repoblación forestal es indispensable «contaminar» los suelos con los hongos que forman simbiosis con los árboles plantados.

Un gran significado práctico tiene la simbiosis entre las bacterias nitroasimiladoras y las plantas leguminosas (habas, guisantes, judías, alfalfa y muchas otras). En las raíces de las leguminosas aparecen generalmente unos bulbos, nudosidades, en cuyas células viven precisamente las bacterias. La existencia de estas bacterias fue descubierta en 1866 por el botánico ruso M. S. Voronin. El papel que desempeñan estas bacterias en la vida de las plantas fue determinado en 1886 por varios sabios alemanes que demostraron que las bacterias de las nudosidades asimilan el nitrógeno gaseoso del aire y lo utilizan en la formación de sustancias orgánicas. Más tarde se demostró que estas bacterias pueden asimilar el nitrógeno gaseoso sólo cuando viven en las células de la leguminosa. La planta leguminosa adquiere una fuente adicional para la nutrición nitrógena, ya que sólo una parte insignificante del nitrógeno absorbido por las bacterias se gasta en la formación de las sustancias albuminoideas de las propias bacterias. La mayor parte de sustancias nitrosas es segregada por las bacterias a las células de la raíz. Estas sustancias nutritivas pasan de la raíz al tallo y hojas de la leguminosa y se utilizan para la formación de sustancias albuminoideas. Después de la recolección de las leguminosas las nudosidades con las bacterias nitroasimiladoras se descomponen en el suelo y lo enriquecen con nitrógeno ligado y fácilmente asimilable por las plantas. La fertilidad del suelo se eleva y puede decirse que cualquier planta sembrada al año siguiente en este campo dará buena cosecha.

Las bacterias de las nudosidades en simbiosis con las leguminosas asimilan anualmente de la atmósfera varios centenares de kilogramos de nitrógeno puro por hectárea. Si tenemos en cuenta toda la superficie ocupada por las leguminosas es fácil comprender cuán enorme es la cantidad de nitrógeno gaseoso absorbido por las bacterias de las nudosidades.

Las nudosidades de las bacterias nitroasimiladoras se descomponen en el suelo y elevan considerablemente la fertilidad del mismo.



PLAN GENERAL DE LA OBRA

TOMO I - LA TIERRA. Biografía geográfica de nuestro planeta.

Estudio de la formación de nuestro planeta. Los grandes cambios operados en el mismo desde la aparición de la primera forma de vida hasta la actualidad. Cartografía legendaria y científica. Los fenómenos físicos. El suelo y la vegetación. El mundo animal. La huella del hombre.

TOMO II - LA GRAN AVENTURA DEL HOMBRE. Cómo la Humanidad conoció el mundo en que vive. Descubrimientos y exploraciones.

Desde la Prehistoria a la Edad Media. Navegantes y exploradores hispánicos. Los siglos XVII y XVIII: ruta de las Indias, exploraciones de América, África, Asia y Australia. Sigue la gran aventura: periplos oceánicos: el "descubrimiento" de África: la conquista del Oeste: la exploración polar: el mundo submarino: la conquista de las alturas.

TOMO III - EL MUNDO DE LAS PLANTAS. La vida y su evolución. Agricultura.

La aparición de la vida y la teoría evolucionista. Estructura celular de las plantas. Las plantas en la Naturaleza: todo el complejo y maravilloso mundo vegetal. Las plantas de cultivo: la agricultura y sus sistemas, principales cultivos y su importancia económica.

TOMO IV - EL MUNDO DE LOS ANIMALES. Todo lo relacionado con los animales salvajes y los domésticos.

Vida animal. En qué se diferencian los animales de las plantas. Desde los animales microscópicos a los más grandes mamíferos. Peculiaridades del mundo animal: peces eléctricos: luz viva: sonidos: colores: simbiosis: falso parecido: mimetismo: signos de distinción: los animales sociales: las migraciones, venenos, parásitos: conducta animal: doma y adiestramiento. Los animales en la economía nacional. Origen de los animales domésticos. Las crías de animales. La apicultura.

TOMO V - EL HOMBRE Y SU CUERPO. Tratado exhaustivo con las más modernas teorías.

El organismo humano. El sistema digestivo. La circulación de la sangre. El mundo de los microbios. El corazón. La respiración. La piel. Glándulas. El esqueleto. Los músculos. El sistema nervioso. Los órganos sensitivos. Fenómenos psíquicos. Injertos y trasplantes. Curas de urgencia.

TOMO VI – EL MUNDO Y SUS RECURSOS. El progreso y sus riquezas.

Recursos del mundo. El hombre, reformador del mundo. El origen del hombre: ¿cómo eran sus antepasados? Yacimientos y exploraciones. En el laboratorio de la Naturaleza. Los tesoros de las entrañas de la Tierra. Materiales al servicio del hombre. El progreso y sus riquezas: el empuje del siglo XX. Del cohete a la nave espacial. Las nuevas energías. La exploración submarina. Aplicaciones de la radiactividad en la industria. Inventos a través de los tiempos.

TOMO VII - LAS MATEMATICAS: Números y figuras en el vivir diario. Aplicaciones prácticas.

La pequeña historia de las matemáticas. Números: modos de contar y de escribir cifras. Los cálculos mentales. Máquinas de calcular. Figuras y cuerpos: la geometría en el mundo que nos rodea. Medición de longitudes, superficies y volúmenes. Reproducciones geométricas. De las diferentes geometrías. El cálculo de probabilidades. Algebra geométrica. Números y operaciones. La extraña aritmética. La noción de cantidad. Ecuaciones, coordenadas y funciones. Integrales y derivadas.

TOMO VIII - LA FISICA. Desde sus rudimentos a la era del átomo: aplicaciones prácticas en el mundo nuevo.

Los fundamentos de la mecánica. Sonidos y ultrasonidos. La flotación de los cuerpos y fenómenos curiosos. La física del vuelo y de los lanzamientos espaciales. Atomos y moléculas. Viaje al mundo de las temperaturas y de las presiones.

TOMO IX – ENERGIA NUCLEAR. FENOMENOS DEL ESPACIO. La nueva fuerza, almacén inextinguible. Electricidad.

Energía nuclear. Estructura del átomo de la energía atómica. La reacción nuclear en la naturaleza y en la técnica. Fenómenos del espacio. Los fenómenos electromagnéticos. La electricidad y el magnetismo. La luz y sus aplicaciones. Fundamentos físicos de la radio. Vibraciones electromagnéticas. La televisión. Semiconductores.

TOMO X – CIBERNETICA Y TECNICA. Máquinas al servicio del hombre.

La máquina, base de la técnica: de los instrumentos primitivos a las máquinas contemporáneas. Métodos modernos de trabajo. La automación. La energía de la técnica. Motores y turbinas. Corrientes, ondas y semiconductores. Elaboración de las materias primas.

TOMO XI – LA QUIMICA. El maravilloso mundo de los laboratorios.

La química y su importancia en la vida del hombre. Historia de la química. La ley periódica de Mendeleiev. Vocabulario químico. La química al servicio del hombre. La química compite con la naturaleza. El mundo de los laboratorios. Los microbios al servicio humano. Las vitaminas. Los antibióticos.

TOMO XII – ASTRONOMIA Y ASTRONAUTICA. A la conquista de los espacios siderales.

Introducción a la Astronomía. La Luna. El Sol. El sistema solar. Estrellas fugaces y meteoritos. Las estrellas, el Universo. Cómo se formaron la Tierra y otros planetas. La radioastronomía. Cómo trabajan los astrónomos. Los viajes interplanetarios. Los satélites artificiales. Los vuelos espaciales. El camino de las estrellas.

TODO EL CONTINENTE AMERICANO REFLEJADO EN ESTA ORIGINAL OBRA

$ 200.-
$ 2,00
ALSINA 1760 BUENOS AIRES



SOLICITE SIN COMPROMISO ALGUNO
INFORMACION DE ESTA OBRA

AMERICA, QUE HERMOSA ERES:

3 volúmenes, formato 30 × 21,5 cms. encuadernados en guaflex con estampaciones en oro y blanco.
1.200 páginas que recogen más de 2.000 fotografías, 50 mapas y 120 gráficos descriptivos, impresos en papel couché superior.